

Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri 8(1), April 2016:30-39
ISSN: 2085-6717, e-ISSN: 2406-8853

Pengaruh PGPR terhadap Penekanan Populasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne incognita* (Kofoed and White) Chitwood) pada Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.)

Effect of PGPR on Suppression of Root Knot Nematode Population (*Meloidogyne incognita* (Kofoed and White) Chitwood) on Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.)

Kristiana Sri Wijayanti¹, Bambang Tri Rahardjo², dan Toto Himawan²

¹ Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jln. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang, Indonesia

² Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya, Indonesia

E-mail: anna_wkf@yahoo.com

Diterima: 6 Januari 2016; direvisi: 3 Maret 2016; disetujui: 7 Maret 2016

ABSTRAK

Tanaman kenaf yang terinfeksi nematoda *Meloidogyne incognita* dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan produksi serat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam menekan populasi nematoda *M. incognita* pada tanaman kenaf di rumah kaca. Penelitian dirancang dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, faktor pertama adalah cara aplikasi PGPR yang terdiri atas 2 cara yaitu suspensi PGPR diberikan sebelum tanam dengan merendam benih selama 5 jam (C1), benih ditanam langsung dalam pot tanpa direndam dalam PGPR (C2), dan suspensi PGPR diberikan pada 15 hari setelah tanam (HST) dan 25 HST. Faktor kedua adalah jenis PGPR yang digunakan yaitu *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* sp., *P. fluorescens* + *B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Azotobacter* sp., *B. subtilis* + *Azotobacter* sp., dan *P. fluorescens* + *B. subtilis* + *Azotobacter* sp., serta kontrol (tanpa PGPR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman benih dengan kombinasi tiga bakteri memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi juvenil nematoda dalam tanah, sedangkan perlakuan tanpa perendaman tidak memberikan pengaruh. Populasi juvenil nematoda di dalam akar yang diberi PGPR baik tunggal maupun kombinasi melalui perendaman benih atau tanpa perendaman benih tidak berpengaruh, kecuali pada kombinasi *P. fluorescens* dan *B. subtilis* yang diberikan melalui perendaman benih mampu menekan populasi juvenil nematoda di akar 43,28% bila dibandingkan tanpa perendaman benih. Pemberian rizobakteri *P. fluorescens* menurunkan jumlah telur nematoda terbanyak (86,39%) dan menekan intensitas penyakit sebesar 71,95% bila dibandingkan kontrol.

Kata kunci: PGPR, nematoda puru akar, kenaf

ABSTRACT

Infection of *Meloidogyne incognita* on kenaf could affect its growth and the production of fiber. This study aimed to evaluate the effect of PGPR on the reduction of nematode *M. incognita* population on kenaf in the greenhouse. The factorial experiment was laid on randomized block design. The study consisted of two factors with three replicates. The first factor was method of PGPR application, ie: PGPR suspension was given before planting (kenaf seeds was soaked for 5 hours) (C1) and the seeds directly planted without submerged (C2), PGPR suspension was given at 15 days after planting (DAP) and 25 dap. The second factor was type of bacteria (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* sp., *P. fluorescens* + *B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Azotobacter* sp., *B. subtilis* + *Azotobacter* sp., and *P. fluorescens* + *B. subtilis* + *Azotobacter* sp.) and control. The results showed that submerged seed with the three bacterial rhizobacteria significant compared to the control treatment and single treatment and two combination rhizobacteria, while without submerged seed with single or combination rhizobacteria not significant on the population of juvenile nematodes in the soil. Combination of *P. fluorescens* and *B. subtilis* with submerged seed capable of suppressing the population of juvenile nematodes in the roots of 43.28% when compared with or without submerged seed. Population of juvenile nematodes in the roots by submerged seed and without submerged seed either

single or combination rhizobacteria do not affect each other. *P. fluorescens* suppress nematode eggs are highest 86.39% and disease intensity by 71,95% where compared to control.

Keywords: PGPR, root knot nematode, kenaf

PENDAHULUAN

Tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) merupakan tanaman penghasil serat pada kulit batangnya, dan menempati urutan ketiga setelah tanaman kapas dan yute (Mossello 2010). Salah satu kendala yang dihadapi dalam budi daya kenaf adalah adanya serangan nematoda puru akar *Meloidogyne incognita*. Zhang & Noe (1999) melaporkan bahwa serangan nematoda ini dapat menyebabkan penurunan produksi hingga 20–60%. Pengendalian secara preventif pada tanaman harus dilakukan untuk mencegah terjadinya keparahan penyakit. Namun kadang penggunaan pestisida sangat merugikan lingkungan dan mikroorganisme yang berada di sekitar areal pertanaman. Maka dari itu perlu dikaji tentang penggunaan mikroba sebagai salah satu alternatif pengendalian, yaitu dengan memanfaatkan kelompok mikroorganisme tanah yang bersifat menguntungkan bagi tanaman yaitu *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Jenis dari rizobakteri ini berperan sebagai *bioprotectan* atau induksi ketahanan. Kolonisasi bakteri pada rizosfer bersifat antagonis yang bisa dimanfaatkan sebagai ketahanan bagi tanaman dan juga keberadaan bakteri ini bisa berperan dalam penyerapan unsur hara dan menghasilkan fitohormon.

PGPR merupakan kelompok mikroorganisme tanah yang bersifat menguntungkan bagi tanaman inang. PGPR merupakan golongan bakteri yang hidup dan berkembang baik dalam tanah yang kaya bahan organik (Compant *et al.* 2005). Akhtar *et al.* (2012) menjelaskan bahwa PGPR bisa memarasit dan mereduksi populasi nematoda dengan cara antagonis, bakteri yang digolongkan dalam PGPR memegang peranan yang penting yang ditunjukkan sebagai agen biologis dalam pengendalian nematoda. Bakteri akan merusak

nematoda secara terus-menerus hampir di semua jenis tanah, karena bakteri selalu berasosiasi dengan nematoda di dalam tanah. Walaupun banyak jumlah bakteri yang telah menunjukkan efek antagonis melawan nematoda tapi lebih banyak dari jenis bakteri yang memberikan pengaruh, di antaranya adalah dari genus *Rhizobium* (*R. leguminosorum*), *Bradyrhizobium japonicum*, *Mesorhizobium* sp., *Azorhizobium* sp., *Pseudomonas* (*P. fluorescens* dan *P. aeruginosa*), dan *Bacillus* (*B. subtilis*).

Perlakuan benih tanaman dengan PGPR dapat menyebabkan dinding sel memodifikasi struktur dan biokimia secara fisiologis, yang mengarah pada sintesis protein dan bahan kimia yang terlibat dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangan patogen (Ramamoorthy *et al.* 2001). Akhtar *et al.* (2012) menjelaskan bahwa peran PGPR untuk meningkatkan status nutrisi pada tanaman inang dapat dikelompokkan menjadi 5 cara, yaitu (1) Fiksasi nitrogen secara biologi, (2) Meningkatkan ketersediaan unsur hara di area perakaran, (3) Menginduksi luas permukaan akar, (4) Meningkatkan simbiosis yang menguntungkan bagi tanaman inang, (5) Kombinasi cara reaksi atau "*mode of action*".

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan PGPR dalam menekan nematoda *M. incognita* pada tanaman kenaf di rumah kaca.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang pada bulan Januari–Juni 2015.

PGPR yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat bakteri *Pseudomonas fluo-*

rescens, *Bacillus subtilis*, dan *Azotobacter* sp. yang merupakan isolat-isolat rizobakteri koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Perbanyakan bakteri dilakukan pada media nutrient roth (NB) yang *dishaker* selama 2 x 24 jam. Pengukuran nilai absorban menggunakan spektrofotometer ($OD_{600} = 1$). Setelah mendapatkan nilai $OD_{600} = 1$ dilakukan penghitungan konsentrasi kerapatan koloni bakteri 10^9 cfu/ml.

Sumber inokulum yang digunakan yaitu telur nematoda. Telur nematoda didapatkan dari kantung telur dengan memecah kantung telur yang bergelatin. Perbanyakan inokulum dilakukan pada tanaman tomat. Apabila tanaman tomat sudah menunjukkan gejala berpuru, dilakukan ekstraksi nematoda dari puru akar tersebut. Ekstraksi telur dilakukan dengan cara mencuci akar tomat sampai bersih, kemudian dipotong-potong sepanjang 1 cm dan dimasukkan ke dalam larutan 200 ml NaOCl 1,05% dalam botol 500 ml yang tertutup dan dikocok secara manual selama 4 menit. Hasil pengocokan dituang ke atas susunan saringan uji 200 mesh, 300 mesh, dan 400 mesh. Telur-telur pada saringan 300 mesh dan 400 mesh dikumpulkan ke dalam air bersih. Telur disuspensikan di dalam air dan konsentrasinya diatur sesuai dengan yang diperlukan untuk pengujian.

Inokulasi PGPR dilakukan berdasarkan metode Burkett-Cadena *et al.* (2008), bahwa formula PGPR yang digunakan memiliki tingkat kerapatan 10^9 cfu/ml. PGPR diaplikasikan dengan dua cara, yaitu perlakuan perendaman dan tanpa perendaman benih. Perlakuan perendaman adalah dengan merendam benih kenaf ke dalam suspensi PGPR sesuai perlakuan selama 5 jam, kemudian benih kenaf ditanam pada pot tanam yang berisi media tanah steril, sedangkan perlakuan tanpa perendaman adalah benih langsung dalam pot tanam. Pemberian PGPR selanjutnya dilakukan pada 15 dan 25 hari setelah tanam dengan volume 20 ml per tanaman.

Pengamatan dilakukan pada 60 hari setelah tanam dengan cara tanaman dicabut. Juvenil nematoda dilakukan dengan menghitung juvenil pada tiap 100 g tanah dan 10 g akar dan untuk penghitungan telur nematoda dilakukan dengan mengekstraksi 10 g akar tanaman kenaf. Variabel pengamatan yang digunakan meliputi: populasi juvenil nematoda dalam tanah dan akar, populasi telur nematoda, klasifikasi indeks puru (*Gall Index*). Klasifikasi indeks puru ditentukan berdasarkan rumus Coyne *et al.* (2007) dengan skor indeks puru 0–10, yaitu 0 = tidak ada puru pada akar, 1 = sedikit puru kecil, sulit untuk menemukannya, 2 = terdapat puru kecil saja, tetapi jelas terlihat dan akar utama bersih, 3 = beberapa puru besar terlihat dan akar utama bersih, 4 = puru lebih besar mendominasi tetapi akar utama bersih, 5 = 50% akar terinfeksi dan terdapat puru pada beberapa akar utama, 6 = terjadi puru pada akar utama, 7 = mayoritas akar utama berpuru, 8 = semua akar utama terinfeksi puru, sedikit terlihat bersih pada akar, 9 = seluruh akar berpuru, tanaman biasanya kering (layu), 10 = semua akar berpuru, tidak ada sistem perakaran, tanaman biasanya mati.

Hasil nilai skoring selanjutnya dimasukkan dalam penghitungan intensitas penyakit. Intensitas penyakit dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{\sum(n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

I = intensitas penyakit (%), n = jumlah tanaman untuk setiap tingkat kerusakan (skor) pada nilai skoring (berdasarkan skor yang ditentukan oleh Coyne *et al.* 2007), v = harga numerik dari setiap skor, Z = nilai tingkat kerusakan tertinggi, dan N = jumlah sampel yang diamati

Data hasil pengamatan dianalisa dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) berdasarkan model RAK faktorial. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan beda nyata, data kemudian diuji lanjut menggunakan BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi antara cara aplikasi dan jenis PGPR. Rata-rata populasi juvenil nematoda pada perlakuan perendaman benih dan tanpa perendaman benih dengan perlakuan PGPR menunjukkan beda nyata. Pemberian PGPR jenis bakteri *P. fluorescens*, *B. subtilis*, *Azotobacter* sp., *P. fluorescens* + *B. subtilis*, dan *P. fluorescens* + *Azotobacter* menunjukkan tidak terjadi perbedaan nyata. Perlakuan PGPR tanpa perendaman juga berpengaruh nyata, akan tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antar bakteri yang digunakan kecuali pada perlakuan kontrol. Tetapi *P. fluorescens* pada perlakuan perendaman benih memberikan rata-rata populasi juvenil terendah dibandingkan rizobakteri lainnya, sedangkan pada perlakuan tanpa perendaman benih ditunjukkan pada perlakuan bakteri *P. fluorescens* + *B. subtilis* yaitu sebesar 71,66 (Tabel 1).

Terdapat interaksi antara cara aplikasi dengan jenis PGPR terhadap penekanan juvenil nematoda dalam akar tanaman kenaf. Rata-rata populasi juvenil nematoda pada akar tanaman kenaf berbeda pada perlakuan berbagai jenis PGPR baik pada cara perendaman benih dan tanpa perendaman benih (Tabel 2). Rata-rata populasi juvenil nematoda terendah

pada perlakuan perendaman benih dan tanpa perendaman benih ditunjukkan pada perlakuan dengan bakteri *P. fluorescens* dengan jumlah rata-rata 73,33 dan 84,66 ekor juvenil tiap 10 g akar tanaman kenaf.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan cara aplikasi PGPR dan jenis PGPR terhadap penekanan jumlah telur nematoda. Rata-rata jumlah telur nematoda terendah ditunjukkan pada aplikasi *P. fluorescens* dengan jumlah 133,33 butir telur tiap 10 g akar kenaf. Perlakuan dengan bakteri *P. fluorescens* berpengaruh nyata terhadap penekanan populasi telur nematoda dan memberikan populasi terendah dibandingkan perlakuan bakteri lainnya, hal berbeda terjadi pada perlakuan bakteri *Azotobacter* sp. terhadap kombinasi ketiga bakteri serta kombinasi antardua bakteri menunjukkan pengaruh yang tidak nyata (Tabel 3).

Intensitas atau keparahan penyakit yang ditimbulkan oleh nematoda puru akar dapat dilihat dari terbentuknya puru yang terjadi pada akar. Rata-rata perlakuan PGPR dengan perendaman benih memberikan penekanan intensitas penyakit 9,02% lebih tinggi bila dibandingkan perlakuan tanpa perendaman benih. Persentase intensitas penyakit dengan aplikasi *P. fluorescens* berpengaruh nyata terhadap penekanan intensitas penyakit diban-

Tabel 1. Rata-rata populasi juvenil nematoda *Meloidogyne* sp. dalam 100 g tanah berdasarkan perlakuan rizobakteri

Perlakuan	Jenis PGPR							
	Kontrol	Pf	Bs	Az	Pf+Bs	Pf+Az	Bs+Az	Pf+Bs+Az
Perendaman benih	353,22 e	33,33 a	66,66 ab	88,33 abc	46,66 a	73,33 ab	93,33 abc	233,33 d
Tanpa perendaman benih	343,33 e	146,66 c	123,33 bc	93,33 abc	71,66 c	96,66 abc	98,78 abc	147,33 c
BNT 5%	63,28							

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% , Pf: *Pseudomonas fluorescens*, Bs: *Bacillus subtilis*, Az: *Azotobacter* sp.

Tabel 2. Rata-rata populasi juvenil nematoda *M. incognita* dalam 10 g akar berdasarkan perlakuan rizobakteri

Perlakuan	Jenis PGPR							
	Kontrol	Pf	Bs	Az	Pf+Bs	Pf+Az	Bs+Az	Pf+Bs+Az
Perendaman benih	480,00 e	73,33 a	126,67 b	286,66 d	121,00 b	193,33 c	206,67 c	306,66 d
Tanpa perendaman benih	506,00 e	84,66 a	133,33 b	300,00 d	213,33 c	200,00 c	220,00 c	320,00 d
BNT 5%	35,82							

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% , Pf: *Pseudomonas fluorescens*, Bs: *Bacillus subtilis*, Az: *Azotobacter* sp.

Tabel 3. Rata-rata jumlah telur nematoda dalam 10 g akar

Perlakuan	Jumlah telur nematoda
Cara	
Perendaman benih	473,33 a
Tanpa perendaman benih	486,67 a
BNT 5%	t.n.
PGPR	
Kontrol	980,00 e
<i>P. fluorescens</i> (Pf)	133,33 a
<i>B. subtilis</i> (Bs)	256,67 b
<i>Azotobacter</i> sp. (Az)	590,00 d
Pf + Bs	430,00 c
Pf + Az	396,67 c
Bs + Az	423,33 c
Pf + Bs + Az	630,00 d
BNT 5%	41,85

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. Pf: *Pseudomonas fluorescens*, Bs: *Bacillus subtilis*, Az: *Azotobacter* sp.

Tabel 4. Rata-rata intensitas penyakit

Perlakuan	Intensitas penyakit (%)
Cara	
Perendaman benih	28,05 b
Tanpa perendaman benih	30,83 a
BNT 5%	1,96
PGPR	
Kontrol	47,22 a
<i>P. fluorescens</i> (Pf)	14,44 e
<i>B. subtilis</i> (Bs)	22,78 d
<i>Azotobacter</i> sp. (Az)	27,22 c
Pf + Bs	29,44 c
Pf + Az	28,89 c
Bs + Az	28,89 c
Pf + Bs + Az	36,66 b
BNT 5%	3,92

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. Pf: *Pseudomonas fluorescens*, Bs: *Bacillus subtilis*, Az: *Azotobacter* sp.

dingkan perlakuan bakteri lainnya dan memberikan penekanan tertinggi yaitu menunjukkan intensitas penyakit terendah sebesar 14,44% (Tabel 4).

Dari analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara cara aplikasi dan jenis PGPR tidak nyata terhadap tinggi tanaman dan panjang akar pada 60 hari setelah tanam (Tabel 5). Tinggi tanaman kenaf yang diamati pada 60 HST tidak berbeda nyata antarperlakuan. Akan tetapi pada pengamatan umur tanaman 30–50 jenis rizobakteri berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Perlakuan jenis bakteri secara mandiri berpengaruh nyata terhadap panjang

akar pada umur tanaman 60 hari. Panjang akar pada perlakuan bakteri dengan *B. subtilis* menunjukkan rata-rata tertinggi yaitu 60 cm. Adanya perbedaan yang nyata pada perlakuan bakteri mengindikasikan bahwa penggunaan PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan akar.

Tabel 5. Rata-rata tinggi tanaman dan panjang akar

Perlakuan	Tinggi tanaman 60 HST (cm)	Panjang akar (cm)
Cara		
Direndam	125,17 a	53,88 a
Tidak direndam	123,33 a	53,21 a
BNT 5%	tn	tn
PGPR		
Kontrol	117,33 a	37,00 a
<i>P. fluorescens</i> (Pf)	126,22 a	56,83 b
<i>B. subtilis</i> (Bs)	129,72 a	60,00 b
<i>Azotobacter</i> sp. (Az)	121,83 a	57,17 b
Pf + Bs	127,56 a	55,00 b
Pf + Az	121,83 a	52,50 b
Bs + Az	123,50 a	53,33 b
Pf + Bs + Az	125,00 a	56,50 b
BNT 5%	tn	10,38

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. Pf: *Pseudomonas fluorescens*, Bs: *Bacillus subtilis*, Az: *Azotobacter* sp.

Perbedaan nyata terjadi pada perlakuan bakteri *P. fluorescens* dengan cara aplikasi perendaman benih dan tanpa perendaman. Pada perlakuan bakteri baik secara tunggal maupun kombinasi secara umum berpengaruh nyata terhadap penekanan populasi juvenil nematoda pada tanah. Perlakuan *P. fluorescens* dengan cara perendaman benih menunjukkan rata-rata populasi juvenil di tanah lebih sedikit bila dibandingkan dengan perlakuan bakteri lain kemungkinan dikarenakan bahwa sifat *P. fluorescens* yang sangat mudah berkolonisasi. Hal ini sesuai yang disampaikan Nikel *et al.* (2014) bahwa bakteri jenis *P. fluorescens* memiliki habitat yang sangat luas baik berkoloni di daerah rizosfer, daerah perairan serta permukaan tanah. Pemberian bakteri dengan perendaman bertujuan untuk meningkatkan vigor benih supaya meningkatkan daya kecambah benih sehingga diharapkan mempercepat proses pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan yang cepat dan optimal diharapkan

tanaman dapat lebih tahan terhadap serangan patogen. Ramamoorthy *et al.* (2001) menjelaskan bahwa perlakuan pada benih tanaman dengan PGPR bisa menyebabkan dinding sel memodifikasi struktur dan biokimia secara fisiologis, yang bisa mengarah ke sintesa protein dan bahan kimia yang terlibat dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangan patogen.

PGPR telah terbukti sebagai alternatif pengendalian secara biologi yang digunakan untuk pengendalian penyakit tanaman tanpa efek negatif dalam penggunaannya baik terhadap manusia dan lingkungan (Johnsson *et al.* 1998). Penggunaan PGPR dapat mempertimbangkan keseimbangan mikroorganisme di daerah rizosfer. Umumnya PGPR dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* dimanfaatkan sebagai PGPR (Barea *et al.* 2005). Romero-Rodriguez *et al.* (2007) melaporkan bahwa penggunaan bakteri dari genus *P. fluorescens* menunjukkan hasil yang signifikan dalam mereduksi jumlah telur dan J2 sekitar 48% pada akar tanaman pisang. Kemampuan *Pseudomonas* dalam menekan jumlah populasi nematoda berkaitan dengan kemampuan antagonisnya baik melalui antibiotik maupun sifat antagonisnya. Pembentukan enzim juga berpengaruh terhadap sifat bakteri terhadap patogen yang diserangnya. Misalnya dengan pembentukan enzim tertentu yang dapat mendegradasi sel patogen sehingga nematoda mengalami kematian. Salah satu enzim yang diproduksi oleh *Pseudomonas* adalah kitinase.

Selain itu, Wescott & Kluepfel (1993) menunjukkan bahwa semua genus bakteri *Pseudomonas* menghambat penetasan telur yang mana hal tersebut dapat memproduksi komponen racun sebagai sebuah hasil dari metabolisme sel, serta dapat mempengaruhi juvenil nematoda. Efek antagonisnya terhadap *M. incognita* menyebabkan perubahan permeabilitas dari kutikula juvenil dimana ditunjukkan oleh permeabilitas yang selektif dan efek ini lebih nyata pada pergantian fase pada telur. Ashoub & Amara (2010) menyatakan bahwa dengan pemberian lima strains *Pseu-*

domonas secara individu dapat membunuh 100% nematoda J2 pada 72 jam setelah inokulasi, sedangkan untuk pemberian kombinasi antara *P. fluorescens* dan *P. putida* dapat membunuh nematoda J2 pada 24 dan 48 jam setelah inokulasi. Hal ini disebabkan karena adanya metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri yang berperan sebagai racun bagi nematoda. Menurut Ashoub & Amara (2010), *P. fluorescens* memproduksi racun dalam jumlah yang besar dari hasil metabolit sekunder, misalnya *phenazines*, *indoles*, *phenyl pyrroles*, dan *pterines*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggabungan antara strain bakteri *P. fluorescens*, *B. subtilis*, dan *Azotobacter* sp. dengan perendaman maupun tanpa perendaman menunjukkan rata-rata jumlah juvenil nematoda yang tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan PGPR yang lain. Hal ini kemungkinan disebabkan pertumbuhan bakteri dalam tanah tidak maksimal yang dimungkinkan adanya pembentukan metabolit sekunder yang saling menghambat satu dengan yang lainnya, sehingga akan mempengaruhi populasi bakteri uji lainnya. Hal tersebut berbeda dengan yang dinyatakan oleh Pierson & Weller (1994) bahwa penggunaan PGPR secara penggabungan dari beberapa strain akan menghasilkan kondisi rizosfer yang kondusif sehingga akan menyediakan suatu lingkungan yang kondusif dalam pengendalian secara biologi. Seperti yang disampaikan oleh Jettyanon & Kloepper (2002) bahwa beberapa penggabungan strain bakteri yang kompatibel dengan mekanisme antagonisnya akan memberikan efek penekanan yang lebih besar bila dibandingkan dengan pemberian secara individu. Pemberian secara pencampuran PGPR yang kompatibel dapat meningkatkan kombinasi mekanisme pertahanan, misalnya enzim peroksidase, lignifikasi atau senyawa fenolik yang lebih banyak bila dibandingkan dengan pemberian secara individu.

Populasi juvenil nematoda terendah dalam akar tanaman pada perlakuan *P. fluourescens* dalam percobaan ini menandakan bah-

wa ada efek penekanan yang signifikan terhadap nematoda. Dari hasil penelitiannya, Hanna *et al.* (1999), menyatakan bahwa bakteri dari jenis *Pseudomonas* dapat mereduksi populasi nematoda *M. incognita* pada perakaran tanaman. Penggabungan dari jenis *Pseudomonas* bisa digunakan sebagai nematisida yang efektif pada 24 dan 48 jam terhadap kematian juvenil nematoda. Dawar *et al.* (2008) menyatakan bahwa bakteri dari jenis *Pseudomonas* secara signifikan menurunkan penetasan telur nematoda *M. javanica* secara *invitro* dan sebaliknya kematian larva nematoda akan meningkat secara signifikan dengan peningkatan waktu. Reitz *et al.* (2000) menunjukkan bahwa lipopolysakarida, LPS (lipid A) yang didefinisikan sebagai bagian yang tidak terpisah dari membran terluar dari sel bakteri, dapat diekstraksi dari biakan bakteri yang bersifat antagonis terhadap nematoda. Lebih dari itu lipid A diketahui sebagai endotoksin yang dikeluarkan oleh membran sel bakteri.

Dalam percobaan ini, berbagai macam strain dari PGPR juga berpengaruh terhadap jumlah telur nematoda. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap strain dari PGPR memiliki perbedaan kemampuan dalam menekan jumlah telur. Penggunaan bakteri *P. fluorescens* memberikan jumlah telur yang paling sedikit yaitu 133,33 telur. *P. fluorescens* merupakan genus yang terbanyak di dalam rizosfer dan umumnya dapat dimanfaatkan sebagai PGPR. *P. fluorescens* memiliki beberapa jumlah metabolit sekunder yang disekresikan, misalnya enzim kitinase, dimana enzim ini bertanggung jawab untuk mendegradasi pembentukan kitin pada dinding telur nematoda dan massa telur sehingga bakteri ini dikenal dengan bakteri kitinolitik (Akhtar *et al.* 2012).

Adanya perbedaan yang nyata terhadap intensitas penyakit dengan perlakuan PGPR diduga dengan adanya PGPR yang telah beradaptasi dan mampu mengkoloni akar tanaman sehingga dapat menciptakan kondisi yang tidak memungkinkan terjadinya serangan nematoda. Beberapa strain bakteri diduga mampu mengendalikan penyakit tanaman perke-

bunan di antaranya dari jenis *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. (Tombe 2013). Hal tersebut sejalan dengan Ramamoorthy *et al.* (2001) bahwa dua jenis bakteri tersebut memiliki kemampuan dalam mengendalikan serangga hama, nematoda parasit dan virus pada tanaman. Kemampuan bakteri memiliki spektrum yang luas terhadap beberapa serangan patogen baik pada tanaman yang sama maupun tanaman yang berbeda. Rata-rata persentase intensitas penyakit nematoda pada pemberian bakteri jenis *Pseudomonas* menunjukkan intensitas serangan yang rendah. Hal tersebut diduga kemungkinan ketahanan tanaman kenaf sudah meningkat, seiring dengan pemberian bakteri. Siddiqui & Shaukat (2004), menjelaskan bahwa pemberian bakteri *P. fluorescens* strain 7NSK2 dan CHA0 dapat meningkatkan ketahanan tanaman tomat terhadap serangan nematoda *M. javanica*.

Parameter pertumbuhan tanaman terhadap tinggi tanaman dan panjang akar menunjukkan bahwa terdapat pengaruh akibat pemberian rizobakteri terhadap pertumbuhan tanaman. Pada akhir pengamatan tinggi tanaman tidak berbeda nyata antarperlakuan, akan tetapi pada pengamatan sebelumnya yaitu pada 30–50 HST tinggi tanaman menunjukkan perbedaan nyata terhadap kontrol. Daya persistensi akibat pemberian PGPR sangat ditentukan oleh umur tanaman. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada 30–50 hari setelah tanaman masih melakukan pertumbuhan vegetatif sehingga bisa dipacu dengan keberadaan PGPR. Pengaruh secara langsung akibat pemberian PGPR dapat meningkatkan tinggi tanaman. Hal ini terjadi diakibatkan mikroorganisme yang diaplikasikan menghasilkan senyawa seperti hormon pertumbuhan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Suslow *et al.* (1979) menyatakan bahwa IAA (*Indole-3-acetic acid*) merupakan senyawa yang dari kelompok fitohormon dan umumnya dianggap sebagai auksin asli yang sangat penting dalam pertumbuhan. Kegunaan hormon IAA sebagai molekul sinyal penting dalam regulasi perkembangan tanaman termasuk pembentukan or-

gan tanaman dan, respon terhadap lingkungan.

Dari ketiga jenis PGPR yang digunakan memiliki kemampuan penghasil fitohormon. *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri penghasil IAA dalam jumlah yang besar sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara mengatur keseimbangan hormonal di dalam jaringan tanaman (Lata *et al.* 2002). Penggunaan *Pseudomonas* sp. efektif mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman pada buncis dan pengujian isolat *Pseudomonas* (GRP3) meningkatkan hasil panen kentang (Rohkzadi *et al.* 2008). *Bacillus* sp. adalah genus yang paling banyak dijumpai dalam rhizosfer. Ada sejumlah metabolit yang dilepaskan oleh bakteri, yang sangat mempengaruhi lingkungan dengan cara meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Secara alami bakteri berada di akar tanaman. *B. subtilis* mampu mempertahankan kestabilan dengan tanaman yang lebih tinggi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman, pada tanaman cabai dan mentimun dengan meningkatkan serapan mineral (Han *et al.* 2006). Perlakuan dengan bakteri *Azotobacter* sp. juga mempengaruhi pertumbuhan. Karena *Azotobacter* sp. merupakan bakteri penghasil hormon pertumbuhan dan senyawa pelarut pospat (Kumar & Narula, 1999). Penggunaan bakteri *Azotobacter* sp. telah dilakukan pengujian pada tanaman budi daya non legum, telah terbukti efektif untuk memperbaiki pertumbuhan dan produksi pada padi dan gandum. Pemberian bakteri *Azotobacter* sp. telah menunjukkan peningkatan pertumbuhan serta hasil panen padi 1–20% (Hindarsah & Simamarta 2004). *Azotobacter* sp. merupakan mikroba penambat N non-simbiotik yang berperan sebagai agensia penyedia nitrogen bebas menjadi tersedia bagi tanaman. Saikia & Bresbaruah (1995) melaporkan bahwa penggunaan *Azotobacter* sp. dapat meningkatkan perkecambahan biji *Cicer arietinum*, *Phaseolus mungo*, *Vigna catjung*, dan *Zea mays*.

Adanya perbedaan yang nyata pada panjang akar dengan perlakuan rizobakteri

mengindikasikan bahwa penggunaan PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan akar. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Rahmi (2012) bahwa dengan pemberian PGPR akan meningkatkan enzim ACC deaminase yang akan mempengaruhi dan memacu pertumbuhan tanaman jagung yang meliputi perpanjangan akar, panjang akar, serta bobot segar tanaman jagung. Penggunaan bakteri *B. megatorius* sangat konsisten dalam meningkatkan parameter akar secara signifikan baik panjang akar dan bahan kering akar pada tanaman mint (Kaymak *et al.* 2008).

PGPR sangat penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, dengan merangsang pertumbuhan tanaman yang akan menghasilkan hormon pertumbuhan. Hasil penelitian Nasaruddin (2012) menyatakan bahwa penggunaan bakteri *A. chroococcum* dapat memperbaiki perkembangan akar pada bibit kakao serta berpengaruh secara linier terhadap jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, serta berat segar dan berat kering akar.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi rizobakteri dengan perendaman benih secara kombinasi tiga bakteri memberikan pengaruh yang nyata bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan tunggal serta dua kombinasi rizobakteri terhadap populasi, juvenil nematoda dalam tanah. Perlakuan tanpa perendaman tidak memberikan pengaruh. Populasi juvenil nematoda di akar dengan perlakuan rizobakteri secara perendaman benih dan tanpa perendaman benih secara tunggal maupun kombinasi tidak berpengaruh, kecuali pada kombinasi *P. fluorescens* dan *B. subtilis* pada perendaman benih mampu menekan populasi juvenil nematoda di akar sebesar 43,28% bila dibandingkan dengan tanpa perendaman benih. Rizobakteri *P. fluorescens* menghasilkan penekanan jumlah telur nematoda yang terbaik sebesar 86,39% dan penekanan intensitas penyakit sebesar 71,95% bila dibandingkan kontrol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Balitbangtan yang telah mendanai penelitian, serta kepada Prof. Dr. Nurindah dan Dr. Titiek Yulianti atas saran dan bimbingan dalam penulisan ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Miatun, SP, Endah Yuniarti, dan Uswatun Khasanah yang banyak membantu dalam pengamatan dan pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, A, Hisamuddin, MI, Robab, Abbasi & Sharf, R 2012, Plant growth promoting rhizobacteria: An overview, *Journal of Natural Product and Resource*, 2(1):19.
- Ashoub, AH & Amara, MT 2010, Biocontrol activity of same bacteria genera against *root-knot nematode Meloidogyne incognita*, *Journal of American Science*, 6(10):321–328.
- Barea, JM, Pozo MJ, & Azcon-Aguilar, C 2005, Microbial cooperation in the rhizosphere, *Journal of Experiment Botany*, 56:1761–1778.
- Burkett-Cadena, M, Kokalis-burelle, N, Lawrence, KS, Santen, EV & Kloepper, JW 2008, Suppressiveness of root-knot nematodes mediated by rhizobacteria, *Biological Control*, 47:55–59.
- Compant, S, Duffy, B, Nowak, J, Clement, C & Barka EA 2005, Use of plant growth-promoting bacteria for biological control of plant diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects, *Applied and Environmental Microbiology*, 71(9): 4.951–4.959.
- Coyne, DL, Nicol, JM & Claudiuscole, B 2007, Practical plant nematology: A field and laboratory guide, *International Institute of Tropical Agriculture*, 93p
- Dawar, S, Tariq, M & Zaki, MJ 2008, Application of *Bacillus* species in control of *Meloidogyne javanica* (treub) chitwood on cowpea and mash bean, *Pakistan Journal of Botany*, 40: 439–444.
- Han, HS, Supanjani, Lee, KD 2006, Effect of coinoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of paper and cucumber, *Plant Soil and Environment*, 52(3):130–136.
- Hanna, AI, Riad, FW, Tawfik, AE 1999, Efficacy of antagonistic rhizobacteria on the control of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato plant, *Egyptian Journal Agriculture Research*, 77(4):1467–1476
- Hindarsah, R & Simarmata, T 2004, Artikel ulasan balik potensi rizobakteria *Azotobakter* dalam meningkatkan kesehatan tanah, *Jurnal Natur Indonesia* 5(2):127–133.
- Hussey, RS & Barker, KR 1973, A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique, *Plant Disease Reporter*, 57:1025–1028.
- Jetiyanon, K & Kloepper, JW 2002, Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria for induction of systemic resistance against multiple plant diseases, *Biological Control*, 24:285–291.
- Johnsson, L, Hokeberg, M & Gerhardsson, B 1998, Performance of the *Pseudomonas chlororaphis* biocontrol agent MA 342 against seed-borne disease in field experiment, *European Journal of Plant Pathology*, 104:701–711.
- Kaymak, HC, Yarali, F, Guvenc, I & Donmez, MF 2008, Effect of inoculation with plant growth Rhizobacteria (PGPR) on root formation of mint (*Metha piperita* L.) cutting, *African Journal of Biotechnology*, 7(24):4479–4483.
- Kumar, V & Narula, N 1999, Solubilization of inorganic phosphates by *Azotobacter chroococcum* mutants and their effect on seed emergence of wheat, *Biological Fertilizer Soil*, 28:301–305.
- Lata, AK, Saxena & Tilak, K 2002, *Biofertilizer to augment soil fertility and crop production*, in Khishna, KR (ed.), Soil fertility and crop production, Science Publisher, USA, p. 279–312.
- Mossello, AA 2010, A review of literatures related of using kenaf for pulp production (beating, fractionation, and recycled fiber), *Modern Applied Science*, 4(9):21–29.
- Nasaruddin 2012, Respon pertumbuhan bibit kakao terhadap inokulasi *azotobacter* dan mikoriza, *Agrivigor*, 11(2):300–315.
- Nikel, PI, Martinez-Garcia & de Lorenzo 2014, Biotechnological domestication of *Pseudomonas* using synthetic biology, *Nature Review Microbiology*, 12:368–379.

- Pierson, EA & Weller, DM 1994, Use mixture of Fluorescent *Pseudomonads* to suppress take-all and improve the growth of Wheat, *Phytopathology*, 84:940–947.
- Rahmi, NM, 2012, Efek fitohormon PGPR terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*), *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 3(2):27–35.
- Ramamoorthy, V, Viswanathan, R, Raguchander, T, Prakasam, V & Samiyappan, R 2001, Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pest and diseases, *Crop Protection*, 20:1–11.
- Reitz, M, Oger, P, Meyer, A, Niehaus, K, Farrand, SK, Hallman, J, Sikora, R & Richard, SA 2002, Importance of the O-antigen, core-region and lipid A of rhizobial induction of systemic resistance in potato to *Globodera pallida*, *Nematology*, 4(1):73–79.
- Rokhzadi, AA, Asgharzadeh, F, Darvish, G, Nour-Mohammadi, E & Majidi 2008, Influence of plant growth promoting rhizobacteria on dry matter accumulation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field conditions, *Jurnal of Agri-culture and Environmental Science*, 3(2):253–257.
- Romero-Rodriguez, AS, Badosa, E, Montesinos, E & Jaizme-Vega, MC 2007, Growth promotion and biological control of root-knot nematodes in micropropagated banana during the nursery stage by treatment with specific bacteria strains, *Annals of Applied Biology*, 152:41–48.
- Saikia, N & Bresbaruah 1995, Iron-dependent plant pathogen inhibition through *azotobacter* RRLI 203 isolated from iron-rich acid soils, *Indian Journal of Experimental Biology*, 33: 571–575.
- Siddiqui, JA & Shaukat, SS 2004, Systemic resistance in tomato induced by biocontrol bacteria against the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* is independent of salicylic acid production, *Phytopathology*, 152: 48–54.
- Sivasakthi, S, Usharani, G & Saranraj, P 2014, Biocontrol potentiality of plant growth promotion bacteria (PGPR) – *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*, A Review, *Academic Journal* 9(16):1265–1277.
- Suslow, TV, Kloepper, JW, Schroth, MN & Burr, TJ 1979, Beneficial bacteria enhance plant growth, *California Agriculture online*, 33(11): 15–17.
- Tombe, M 2013, Potensi rizobacteria pemacu tanaman sebagai agen pengendali hayati penyakit tanaman perkebunan yang ramah lingkungan, *Perspektif*, 12(2):91–100.
- Wescott, SW & Kluepfel, DA 1993, Inhibition of *Criconeilla xenoplax* egg hatch by *Pseudomonas aerofaciens*, *Phytopathology*, 83:1245–1249.
- Zhang, F & Noe, JP 1999, Damage potential and reproduction of *Meloidogyne incognita* race 3 and *M. arenaria* race 1 on kenaf, *Nematology*, 28(4S):668–675.